

пературный расчет воздушной струи, распространяющейся за пределами пушки. Результаты расчетов позволяют выбирать геометрическую схему газозвоздушного тракта, расходы газа и воздуха, обеспечивающие заданные параметры по выделяемой тепловой мощности и заданное распределение тепла за пределами тепловой пушки исходя из ее назначения и условий эксплуатации.

#### *Библиографический список*

1. Стаскевич Н. Л., Северинец Г. Н., Вигдорчик Д. Я. Справочник по газоснабжению и использованию газа. Л.: Недра, 1990. 762 с.
2. Четвертушкин Б.Н. Математическое моделирование задач динамики излучающего газа. М.: Наука. Главная редакция физ.-мат. литературы, 1985. 304 с.

## **ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРЕДЕЛЬНОЙ ДАЛЬНОСТИ ТРАНСПОРТА СИНТЕЗ-ГАЗА ОТ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК**

*Мракин А.Н., Николаев Ю.Е.*

*Саратовский государственный технический университет,  
anton1987.87@mail.ru*

Синтез-газ, вырабатываемый на энерготехнологических установках (ЭТУ) с парокислородной газификацией угольной пыли [1], может транспортироваться для замещения твердых топлив и природного газа в топливоиспользующих установках промышленных и коммунально-бытовых потребителей и для улучшения экологической обстановки урбанизированных территорий. Схема такого газоснабжения показана на рис. 1.

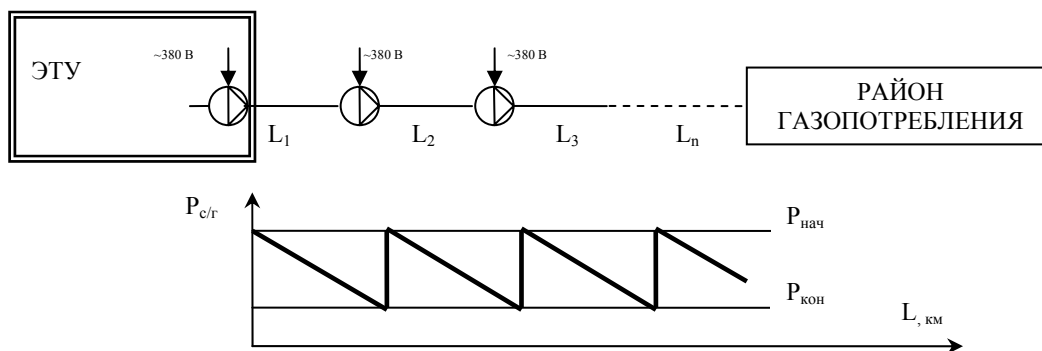


Рис. 1. Расчетная схема газоснабжения потребителей

При потреблении 2,338 млн. т угля в год ЭТУ вырабатывает  $G_{сг} = 5924,34$  млн  $\text{м}^3$  синтез-газа. Для передачи газа потребителям может быть использован надземный одноконтурный газопровод из трубы 1392x14 мм, обеспечивающий допустимую скорость 25 м/с. Давление синтез-газа в конце магистрального участка, подаваемого на ГРП потребителей, принято равным 0,3 МПа. На основании проведенных гидравлических расчетов линейной части магистрального газопровода синтез-газа с использованием [2, 3] удельное падение давления составило 20 Па/м, коэффициент гидравлического трения 0,018 (среднее давление

в газопроводе 0,53 МПа). На промежуточных компрессорных станциях используются турбокомпрессоры с электроприводом и промежуточным охлаждением газа. Конечное давление после компрессора выбирается из возможности использования синтез-газа в газотурбинной установке непосредственно на ЭТУ и составляет 0,75 МПа.

Для экономической оценки дальности газоснабжения от ЭТУ выразим стоимость синтез-газа на границе района газопотребления, руб./ГДж:

$$C_{сз} = \left(1 + \frac{r}{1-n}\right) \cdot \frac{\psi_{сз} \cdot Z_t \cdot 10^6}{G_{сз} \cdot (Q_n^p)^{сз}}, \quad (1)$$

где  $r$  – рентабельность производства;  $n$  – коэффициент, учитывающий налоговые отчисления;  $\psi_{сз}$  – доля эксергии синтез-газа в суммарной эксергии отпущаемых продуктов;  $Z_t$  – годовые производственные затраты на ЭТУ, включающие затраты на топливо, электроэнергию, ремонтные работы, амортизацию основного оборудования, заработную плату персоналу и прочие виды расходов, руб./год;  $G_{сз}$  – выработка синтез-газа, м<sup>3</sup>/год;  $(Q_n^p)^{сз}$  – низшая теплота сгорания синтез-газа; кДж/м<sup>3</sup>.

За базовый в расчетах принят 2011 г. и соответствующие технико-экономические показатели на уровне:  $r = 0,15$ ;  $n = 0,20$ ;  $\psi_{сз} = 0,96587$ ; и  $(Q_n^p)^{сз} = 10268$  кДж/м<sup>3</sup>; время работы установки 7500 ч/год. Величина  $Z_t$  является переменной в зависимости от удаления потребителя от ЭТУ и оказывает непосредственное влияние на стоимость синтез-газа. Стоимость природного газа в Сибирском регионе приближается к отметке 100 руб./ГДж. Однако, приведенная стоимость соответствует существующей газотранспортной инфраструктуре, при этом стоимость технологического подключения можно оценить дополнительными капиталовложениями в размере до 18 % стоимости природного газа.

Основное влияние на годовые затраты оказывают капиталовложения. Методика оценки капиталовложений в основное технологическое оборудование ЭТУ представлена в [1]. Капиталовложения в систему транспорта газа изменяются в зависимости от протяженности газопровода и оценены по следующим составляющим:

- 1) электроприводные компрессоры с удельной стоимостью 540 руб./кВт;
- 2) трубопроводы – 45 млн руб./км;
- 3) вспомогательное и неучтенное оборудование – 40 % стоимости п. 1-2.

Итоговые капиталовложения составляют 18852,127 млн руб. при дальности газоснабжения 22,5 км, 21232,968 – при 45 км и 23613,869 при 67,5 км. В табл. 1 представлены результаты расчета затрат при различной дальности транспорта синтез-газа. При этом стоимость угля составляет 1 руб./кг, тариф на электроэнергию, покупаемую с ОРЭМ – 0,71 руб./кВт·ч; ремонтные отчисления – 8 %; амортизационные отчисления – 3,3 %, прочие виды расходов – 2,5 %; коэффициент отчислений в социальное страхование – 27 %; штатный коэффициент – 2 чел./(т/ч) [4]; годовой фонд заработной платы – 180 тыс. руб./чел.·год.

Структура затрат при функционировании ЭТУ

Ежегодные затраты, млн. руб.	Расстояние газоснабжения, км		
	22,5	45,0	67,5
топливо	2338,000	2338,000	2338,000
электроэнергия	—	497,020	994,041
ремонт	1508,170	1698,637	1889,109
амортизация	622,121	700,688	779,257
зарплата	142,526	142,526	142,526
прочие	471,303	530,824	590,347

Результаты вариантных расчетов по стоимости энергоносителей, в зависимости от удаления потребителя представлены на рис. 2.

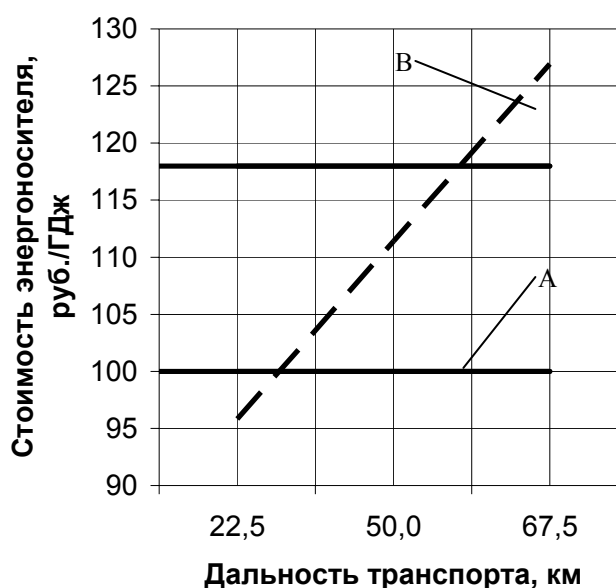


Рис. 2. Стоимость энергоносителей: А – природный газ (нижняя линия – сегодняшняя цена, верхняя – с учетом платы за технологическое подключение и возможное дальнейшее удорожание); В – синтез-газ.

Из анализа рис. 2 можно сделать вывод, что в современных экономических условиях вырабатываемый синтез-газ может передаваться на расстояние до 27 км, но с учетом инвестиционных составляющих в газопроводы природного газа может возрасти до 56-58 км. Следовательно, предлагаемая технология газоснабжения потребителей может быть конкурентоспособной по сравнению с природным газом.

#### Библиографический список

1. Николаев Ю.Е., Чертыков А.М., Мракин А.Н. Выбор направления рационального использования синтез-газа, получаемого при газификации угля // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2011. № 3-4. С. 33-40.
2. Антропов П.Г., Ларин Е.А., Захаров В.Н. Режимы работы магистральных газопроводов. – Петровск: Изд-во учебно-курсового комбината ООО «Югтрансгаз», 2001. – 44 с.
3. Справочник по проектированию магистральных трубопроводов / Под ред. А.К. Дерцакяна. – Л.: Недра, 1977. – 519 с.
4. Ларионов В.С., Ноздренко Г.В., Щинников П.А. и др. Техничко-экономическая эффективность энергоблоков ТЭС: Учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1998. – 31 с.